

落葉廢棄物製作堆肥技術之研究¹

蔡宜峯²、陳俊位²、陳榮五²

摘 要

使用堆肥不僅可以消納農業有機廢棄物，並具有改善農田土壤肥力之功效。本研究擬探討利用庭園之落葉、樹枝等有機廢棄物製作堆肥之相關技術，以做為將落葉、樹枝再生資源化的支援技術。由試驗結果顯示，以經過破碎的落葉(1,000 kg)為主要碳源材料，配合適量菜籽粕(80 kg)或尿素(9 kg)為氮源材料，並接種枯草桿菌(*Bacillus* sp.)分離菌株(TCB9401)及木黴菌(*Trichoderma* sp.)分離菌株(TCFO9409)等處理，落葉堆肥溫度可以在較短期內(6~11日)達到60℃以上高溫，且經過60日的堆肥化製程，落葉堆肥的碳氮比降至15~16，再利用落葉堆肥水萃取液(堆肥與水體積比1:10)進行分析，青江菜種子發芽率可達到83~87%，顯然上述處理之落葉堆肥已達到穩定腐熟的階段。

關鍵字：落葉、木黴菌、枯草桿菌、堆肥化。

前 言

土壤為作物生產的基礎，其永續經營管理無疑是最重要的一環，然而農田土壤如果長期不當施用化肥，將可能面臨土壤理化性質惡化，生物相及土壤生態失衡等問題^(5,24,30)。此外，農業廢棄物包括禽畜排泄物、蔗渣、稻草及稻殼等大宗生物質量未能妥善利用，常以燃燒或掩埋等方式處理，不僅浪費資源，也造成環境污染，如能將之資源化作為有機肥循環利用不僅有助於改善土壤生態，也有助於建立永續農業經營模式^(4,8)。堆肥製作主要是把有機廢棄物予以適當堆積，在控制條件下，利用微生物作用，將有機材料分解醱酵，轉變為有機質肥料^(3,12,13)。有機材料在適當的條件下堆積醱酵，可以縮短有機物分解的時間，而生產出物理性狀均一，化學成分穩定的高品質堆肥^(16,17,19)。微生物在堆肥化過程中，擔任有機物分解與堆肥穩定化之重要角色，不同的有機材料如能接種適當的微生物菌種，可以加速堆肥醱酵^(14,27,28)。因此，為達到最有效率的堆肥化作用，在堆積過程中，維持微生物最適宜生長條件，使微生物充分的活動與繁殖，亦能加強堆肥材料的發酵與分解。為了增進堆肥材料發酵分解效率，針對不同有機物材料特性，施予適當的微生物菌種，將是堆肥製作過程之重要步驟之一。其中有關於利用微生物菌種的關鍵機制，應包括有篩選出適當的微生物菌種、建立有效率的菌種培養繁殖方法與應用於堆肥材料中的接種方法等⁽⁶⁾。本研究主要目的為探討利用一般庭園產出的落葉、樹枝等有機廢棄物製作成堆肥之相關技術，以供日後研究及應用之參考。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0719 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究員、助理研究員、場長。

材料與方法

一、試驗項目與方法

本試驗於臺中區農業改良場內之堆肥場進行，堆肥試驗之主要有機材料為本場庭園內收集各式樹種(以闊葉樹為主)的落葉及少量小樹枝之混合廢棄物，其中部份處理的落葉廢棄物事先利用小型破碎機械加以破碎成約2~5cm之碎片，另採用菜籽粕及尿素做為堆肥材料中氮源的調整材料，並利用本場微生物實驗室由中部地區有機農場土壤及自製堆肥中篩選及純化獲得之有益微生物，包括分離菌株TCFO9409 (木黴菌*Trichoderma* sp.)，分離菌株TCB9401 (枯草桿菌*Bacillus* sp.)等，組合成四級處理(表一)。堆肥製作前依照表一中各處理配方換算出有機材料用量，其中落葉、小樹枝混合廢棄物水分含量約45.6%；用量約1,838 kg，菜籽粕水分含量約20.4%；用量約100 kg，以上各處理材料混合均勻後，再取用適量有益微生物菌種(10^9 cfu/g)，先加水稀釋200倍成有益菌懸液，以有益菌懸液與堆肥材料為1：10比例，將有益菌懸液加入堆肥材料中，最後將堆肥材料總水份含量調整至60%，堆積高度維持約1.5~2.0 m，爾後立即進行堆積製作，堆肥化期間約每5~7日利用鏟裝機翻堆乙次，觀察堆肥溫度由60℃以上高溫期，逐漸降為50℃以下低溫期，當溫度穩定維持40~45℃之間，即代表接近穩定階段，堆肥化期間為60日。在堆肥製作期間，定期測量溫度及採取堆肥材料樣品，進行化學特性分析工作。堆肥溫度測量及採樣位置於堆肥表面深約30~60 cm之間，以堆肥中心為圓周分成東南西北四等分，每一等分測量溫度及採樣三重複。另以堆肥：水為1：10 (體積比)攪拌混合後，於室溫下浸置24小時，取上澄液進行青江菜(*Brassica campestris* L. *Chinensis* Group)種子發芽率分析⁽¹⁾。

表一、堆肥試驗材料配方(乾重)

Table 1. Raw materials of composting experiment (dry weight basis)

Raw material	GLT+R	GLT+R+M	CGLT+R+M	CGLT+U+M
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
Garden tree leaves (GTL)	1,000	1,000	0	0
Crushed garden tree leaves (CGTL)	0	0	1,000	1,000
Rapeseed meal (R)	80	80	80	0
Urea (U)	0	0	0	9
<i>Trichoderma</i> sp. ¹	0	100 L	100 L	100 L
<i>Bacillus</i> sp. ¹	0	100 L	100 L	100 L

¹: 1 kg microorganism (10^9 cfu/g) diluted with 200 liters water.

二、化學分析項目及方法

有機材料與堆肥樣品採樣後，經70℃烘箱烘乾磨粉，再以濕灰法(硫酸)分解後測定氮、磷、鉀、鈣、鎂、銅及鋅含量，其中以微量擴散法測定全氮量⁽¹¹⁾，利用鉬黃法呈色及分光光度計(於420 nm下)比色法測定其全磷量⁽²⁶⁾，利用燄光分析儀測定其全鉀量⁽²²⁾，利用原子吸收

分析儀測定其鈣、鎂、銅及鋅含量^(9,23)。有機質含量採用Walkley-Black法測定⁽²⁵⁾，pH、EC值以水：有機材料(堆肥)=10:1(V/V)萃取後，利用電極測定。

結果與討論

堆肥化過程中，主要是利用微生物將有機材料加以分解發酵，當微生物進行分解作用時，需要碳素當作生活能源，同時也需氮素維持生命及建造體細胞⁽¹⁴⁾。當堆肥材料的碳氮比太高時，會因氮素缺乏，致使微生物無法大量繁殖，堆肥化過程進行相當緩慢。如果堆肥材料的碳氮比太低，微生物分解釋出過多之氨，而易從堆肥中逸散，導致氮素損失。有研究指出，堆肥製作前有機材料的碳氮比約在26~35之間較適宜^(14,15)。由於本研究以庭園落葉混合廢棄物為主要碳源材料，其碳氮比約為41.0 (表二)，顯然必須加入適當的氮源材料，以期調配出適當的堆肥材料配方。許多研究結果指出，堆肥製作前添加適量的尿素或磷酸等化學肥料資材，在堆肥化過程中，亦會經由微生物作用且轉化成有機型態，而增加腐熟堆肥的肥料成分含量^(7,10,29)。因此，本研究選用的氮源材料包括菜籽粕及尿素等兩種，其中GLT+R、GLT+R+M及CGLT+R+M處理之有機材料配方以菜籽粕為配合添加的氮源材料，依據表一的堆肥材料用量及表二的全氮及有機碳含量等資料，可計算出堆肥製作前有機材料的總碳量約517 kg、總氮量約15.4 kg，碳氮比約為33.5。CGLT+U+M處理材料配方以尿素為配合添加的氮源材料，同樣可計算出堆肥製作前有機材料的碳氮比約為32.5。當堆肥經堆積分解過程進行時，有機材料中之碳氮比會逐漸降低至20以下，此時堆肥也接近腐熟階段。

表二、堆肥試驗前材料主要化學特性分析

Table 2. Some selected chemical characteristics of raw materials used before composting

Raw material	pH (1:10)	EC (1:10)	OC	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn
		(dS/m)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Garden tree leaves	4.68	0.46	484	11.8	1.5	7.6	15.1	3.0	10	22
Rapeseed meal	5.18	1.98	421	45.6	4.1	11.8	11.3	6.6	17	55

溫度是反應堆積材料中某一層次之微生物活動情形，當堆肥化過程進行正常時，初期溫度逐漸升高達60℃以上，然後逐漸下降至周圍溫度。溫度之升與降，反映出不同有機物之分解階段，爾後隨堆肥逐漸腐熟，溫度呈下降乃至恒溫⁽¹⁵⁾。由堆肥製作試驗過程之堆肥溫度調查結果顯示(表三)，有接種分離菌株TCB9401及TCFO9409等複合菌株並配合破碎落葉、尿素之CGLT+U+M處理及接種分離菌株TCB9401及TCFO9409等複合菌株並配合破碎落葉、菜籽粕之CGLT+R+M處理的堆肥溫度可以在短期內(7~11日)達到60℃以上高溫，其次為接種分離菌株TCB9401及TCFO9409等複合菌株配合落葉、菜籽粕之GLT+R+M處理的堆肥溫度則在堆肥化第11日才達到60℃以上高溫，在未接菌及配合落葉、菜籽粕之處理A堆肥溫度在堆肥化過程中均未能達到60℃以上。而且上述四處理的堆肥溫度均在堆肥化第60日約降至40℃左右，顯然已趨近於穩定階段。

表三、落葉堆肥製作期間之堆肥體溫度(°C)變化

Table 3. The change of temperature of leaf-waste composts during composting

Treatment ¹	Day 1	Day 6	Day 11	Day 20	Day 30	Day 40	Day 50	Day 60
GLT+R	38.3a ²	44.8b	49.2b	52.4b	55.6a	53.6a	48.1a	43.7a
GLT+R+M	39.8a	52.5ab	60.6a	63.8a	61.2a	57.2a	52.5a	42.6a
CGLT+R+M	43.1a	59.2a	65.0a	63.7a	59.8a	55.1a	47.6a	40.4a
CGLT+U+M	43.5a	58.6a	66.3a	62.4a	60.3a	54.8a	46.3a	39.1a

¹. See Table 1.². Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \geq 0.05$).

綜合表三結果顯示，處理GLT+R的堆肥溫度在堆肥化過程中均未能達到60°C以上高溫，而相對於使用相同材料配方且有接種複合菌株之處理的堆肥溫度在堆肥化第11日已達到60°C以上高溫。因此，接種分離菌株TCB9401及TCFO9409等複合菌株處理對落葉堆肥之分解發酵應有相當之助益。又比較CGLT+R+M處理使用破碎落葉與GLT+R+M處理使用未破碎落葉兩者的堆肥溫度，前者在堆肥化第7日可以達到60°C以上，後者則在堆肥化第11日才能達到60°C以上。顯然落葉經過適當破碎後，再利用做為堆肥材料，如此較有利於微生物之分解。另同樣使用破碎落葉的CGLT+R+M與CGLT+U+M處理之間，前者配合菜籽粕為氮源材料，後者配合尿素為氮源材料，由表三結果顯示兩者處理的溫度在堆肥過程中並無顯著差異，且都能夠在堆肥化第6-11日期間升溫到60°C以上。因此，製作落葉堆肥時，事先將落葉施予適當的破碎處理，或添加適宜的有益微生物菌種處理，均有促進落葉堆肥發酵，增高堆肥溫度之效應。另配合適量的菜籽粕或尿素，亦有相似的效應，兩者處理間並無差異。

一般而言，在堆肥化初期，堆肥材料中有機組成分會被微生物分解，其中碳含量會呈現下降情形，氮、磷、鉀含量則因濃縮效應而呈現增加趨勢，當堆肥逐漸腐熟時，各組成分含量應呈現穩定狀態^(17,19)。由製作堆積第60日落葉堆肥之主要化學特性分析結果顯示(表四)，堆肥的pH值、EC值、以及有機碳、氮、磷、鉀、鈣、鎂、銅及鋅等含量在不同處理間差異不顯著。且由表四有機碳及氮含量分析結果，可計算出GLT+R、GLT+R+M、CGLT+R+M及CGLT+U+M等各處理在堆積第60日，堆肥的碳氮比分別約為18.4、17.3、15.9及16.1，均已經達成腐熟堆肥碳氮比低於20以下之標準。顯然在堆積第60日，各處理堆肥材料的主要化學特性已經達到穩定階段。

其中處理CGLT+R+M及CGLT+U+M堆肥的碳氮比略低於GLT+R及GLT+R+M處理，與表三堆肥溫度變化相印證，顯然有接種分離菌株TCB9401及TCFO9409等複合菌株及配合破碎落葉之CGLT+R+M及CGLT+U+M處理在堆肥化過程中，有機材料分解較快，致使堆肥溫度上升較快且高，且堆肥碳氮比呈現較低情形。惟堆肥材料分別使用菜籽粕或尿素為主要氮源之CGLT+R+M及CGLT+U+M處理，無論是堆肥化過程中堆肥溫度變化，或是腐熟堆肥主要化學特性等，兩處理間均無顯著差異。顯然適當的使用菜籽粕或尿素做為堆肥材料之氮源，是製作落葉堆肥可行的策略之一。有機農業栽培可採用菜籽粕做為配合添加材料而不能使用尿素。

表四、腐熟落葉堆肥之主要化學特性分析

Table 4. The main chemical characteristics of matured leaf-waste composts

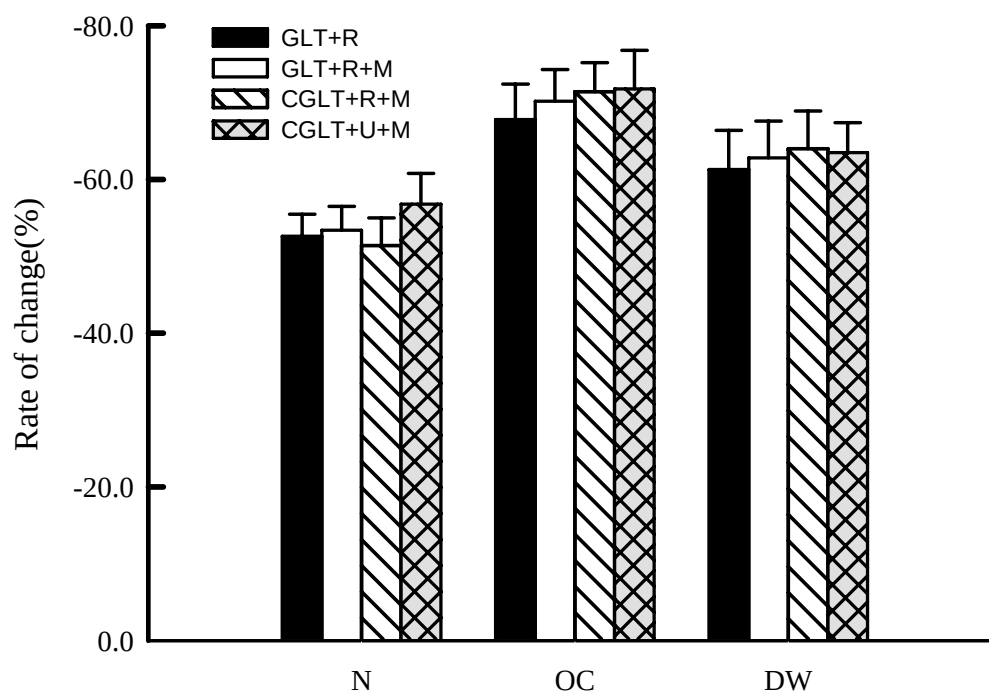
Treatment ¹	pH (1:10)	EC (1:10) (dS/m)	OC (g/kg)	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
GLT+R	6.67a ²	1.61a	322a	17.5a	8.17a	14.7a	32.0a	7.26a	26.9a	80a
GLT+R+M	6.58a	1.68a	310a	17.9a	8.13a	15.8a	30.8a	7.15a	28.8a	81a
CGLT+R+M	6.78a	1.70a	307a	19.3a	8.06a	15.3a	31.2a	7.32a	31.2a	87a
CGLT+U+M	6.63a	1.74a	302a	18.7a	8.23a	14.4a	33.6a	7.46a	29.8a	75a

¹. See table 1.². Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \geq 0.05$).

一般堆肥化過程中，有機材料的碳水化合物、纖維素及部份木質素等有機組成物，會被微生物逐漸分解生成二氧化碳及水，致使堆肥材料的有機碳量及乾物量減少⁽¹⁹⁾，另外堆肥體部份區域會呈現還原態及pH值升高，前者易使硝酸態氮還原產脫氮作用，後者易造成銨態氮轉化成氨氣而揮失⁽²³⁾。堆肥材料中磷、鉀、鈣及鎂等成分在理論上僅有型態之轉化而不易損失，少數可能損失的途徑是經由肥水流失⁽⁷⁾。由製作堆積第60日落葉堆肥之全氮、有機碳及乾物重總量分析結果顯示(圖一)，全氮、有機碳及乾物重總量損失率在不同處理間差異不顯著，其中全氮總量的損失率約51.4~56.8%，有機碳總量的損失率約67.8~71.8%，乾物重總量的損失率約61.3~64.0%。一般堆肥化過程中有機碳量及乾物量的損失會因堆肥材料不同而有所差異，如以栽培菇類廢棄木屑為主要堆肥材料時，碳損失率約為56.2~57.5%；乾物量損失率約為47.9~55.8%⁽⁷⁾，如以禽畜糞為主要堆肥材料時，乾物量損失率約為50%左右⁽²⁾。又進一步比較本研究不同處理間之有機碳量及乾物量損失率結果(圖一)，其中CGLT+R+M處理分別為71.4%及64.0%，相對高於GLT+R處理之67.8%及61.3%。惟以堆肥化過程中全氮量之損失結果，CGLT+R+M處理為51.4%略低於GLT+R處理之52.6%。顯然以落葉等主要堆肥材料且經過適當粉碎或添加有益微生物的處理，相對上會增加有機碳量及乾物量在堆肥化過程中之損失，而對全氮量損失率之影響相對較小。另以尿素為主要氮源的CGLT+U+M處理之全氮量的損失率約為56.8%，亦相對高於以菜籽粕為主要氮源之GLT+R、GLT+R+M、CGLT+R+M處理51.4~53.4%。而CGLT+R+M處理與CGLT+U+M處理同樣採用粉碎落葉及添加有益微生物處理，兩處理之有機碳量及乾物量損失則相當接近。因此，堆肥化過程中有機碳量及乾物量之損失與堆肥材料是否粉碎或添加有益微生物處理有相對之關聯，全氮量的損失率則與堆肥材料的主要氮源種類相對有關。

由製作堆積第60日接近腐熟落葉堆肥之水萃取液(堆肥與水體積比1:10)進行青江菜種子發芽率分析結果顯示(表五)，播種後第12日的幼苗存活率、根長及地上部株高等性狀在不同處理間差異不顯著，惟以CGLT+R+M處理的青江菜幼苗存活率、根長及地上部株高等性狀相較於處理GLT+R，前者分別高於後者約8.8%、16.2%及14.9%之多。顯然有接種分離菌株

TCB9401及TCFO9409等複合菌株及配合破碎落葉、菜籽粕所製成之CGLT+R+M處理堆肥，相較於未接菌及配合一般落葉GLT+R處理，前者具有促進青江菜幼苗存活率、根長及地上部株高等性狀之效應。



圖一、落葉堆肥經過 60 日堆肥化後全氮、有機碳及乾物重總量之變化

Fig. 1. The changes of the total amount of nitrogen, carbon, and dry weight of leaf-waste composts after 60 days composted.

表五、利用落葉堆肥水萃取液(堆肥與水體積比 1：10)進行青江菜種子發芽率分析

Table 5. The germination test of Pak-choi (*Brassica campestris* L. Chinensis Group) by used the water extracted solution from leaf-waste composts (compost /water with 1/10 by volume ratio)

Treatment ¹	Survival rate ²	Root length ²	Shoot length ²
	(%)	(cm)	(cm)
GLT+R	80.4a ³	5.91a	7.50a
GLT+R+M	86.7a	6.65a	8.56a
CGLT+R+M	87.5a	6.87a	8.62a
CGLT+U+M	83.3a	6.54a	8.55a

¹. See table 1.

². Day 12 after seeded.

³. Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test ($P \geq 0.05$).

誌 謝

本研究報告經由農委會96農科-4.2.3-中-DE科技計畫補助執行，並承蒙本場土壤研究室同仁協助完成，特此致謝。

參考文獻

1. 今野一男、平井義孝、東田修司 1988 パーク堆肥の腐熟度指標煙地への施用法 日本土壤肥料學雜誌 59: 621-625。
2. 沈韶儀、潘妙顏、王西華 1991 堆肥穩定度之測定方法 p.91-107 豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯 臺灣省畜產試驗所編印。
3. 莊作權、張宇旭、陳鴻基 1993 有機質肥料養分供應能力之評估 中華生質能源學會會誌 3-4:132-146。
4. 黃山內 1991 豬糞堆肥在作物生產之利用 p.1-18 豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯 臺灣省畜產試驗所編印。
5. 雷通明 1987 從土壤學觀點談農業現代化 中華水土保持學報 18:1-12。
6. 蔡宜峰、陳俊位 2007 生物性堆肥之菌種開發與應用 農業生技產業季刊 財團法人臺灣經濟研究院生物科技產業研究中心 12:35-41。
7. 蔡宜峰、莊作權、黃裕銘 1994 堆肥化因子對堆肥營養要素成分含量之影響 p.131-148 堆肥技術及其利用研討會論文集 中華生質能源學會編印。
8. 嚴式清 1989 畜牧廢棄物在有機農業之利用 p.245-249 有機農業研討會專集 臺中區農業改良場特刊16號。
9. Baker, D. E. and C. A. Michael. 1982. Nickel, copper, zinc, and cadmium. p.323-336. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis, Part 2. Academic Press, Inc., New York.
10. Bangar, K. C., S. Shanker, K. K. Kapoor, K. Kukreja and M. M. Mishra. 1989. Preparation of nitrogen and phosphorus- enriched paddy straw compost and its effect on yield and nutrient uptake by wheat (*Triticum aestivum* L.) Biol. Fertil. Soils 8:339-342.
11. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis, Part 2. Academic Press, Inc., New York.
12. Chae, Y. M. and M. A. Tabatabai. 1986. Mineralization of nitrogen in soil amended with organic wastes. J. Environ. Qual. 15:193-198.
13. De Bertoldi, M., G. Vallint, A. Pera and F. Zucchini. 1985. Technological aspects of composting including moddling and microbiology. p.27-41. In: Gasser, J. K. R. (ed.). Composting of agricultural and other wastes. Elsevier Applied Science Publishers. London and New York.

14. Golueke, C. G. 1994. Principles of composting- Designing a well-operated facility. p.12-15. In: Biocycle Journal of Composting & Recycling (eds.). Composting source separated organic. The JG Press. Inc. USA.
15. Haga, K. 1990. Production of compost from organic wastes. ASPAC/FFTC Extension Bulletin No. 311:1-18.
16. Harada, Y., K. Haga, T. Osada and M. Koshino. 1991. Quality aspects of animal waste composts. p.54-76. In: Proceedings of symposium on pig waste treatment and composting II . Taiwan Livestock Research Institute.
17. Harada, Y. 1990. Composting and application of animal wastes. ASPAC/FFTC Extension Bulletin No.311:19-31.
18. Hendrix, P. F., D. C. Coleman and D. A. Crossley, Jr. 1992. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy 2:63-82.
19. Inoko, A. 1982. The composting of organic materials and associated maturity problems. ASPAC/FFTC Technical Bulletin No.71:1-20.
20. Jacobs, L. W. 1990. Potential hazards when using organic materials as fertilizers for crop production. ASPAC/FFTC Extension Bulletin No. 313:1-29.
21. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis, Part 2. Academic Press, Inc., New York.
22. Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. p.247-262. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis, Part 2. Academic Press, Inc., New York.
23. Lindsay, W. L. 1979. Nitrogen. p.267-280. In: Chemical equilibrium in soils. John Wiley & Sons. Inc. New York.
24. Martin, J. P., and D. D. Focht. 1977. Biological properties of soil. p.114-169. In: Elliott, L.F. et al. (eds.). Soils for management of organic wastes and waste water. Madison, Wisconsin. USA.
25. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis, Part 2. Academic Press, Inc., New York.
26. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis, Part 2. Academic Press, Inc., New York.

27. Singh, Y. P. and C. P. Singh. 1986a. Effect of different carbonaceous compound on the transformation of soil nutrients. I . Immobilization and mineralization of applied nitrogen. *Biol. Agric. Horti.* 4:19-26.
28. Singh, Y. P. and C. P. Singh. 1986b. Effect of different carbonaceous compound on the transformation of soil nutrients. II . Immobilization and mineralization of applied phosphorus. *Biol. Agric. Horti.* 4:301-307.
29. Szegi, J. 1988. The activity of cellulolytic microorganisms under different environmental conditions. p.86-125. In: *Cellulose decomposition and soil fertility*. Chapt. VI. Akademinai Kiado. Budapest.
30. White, R. H. 1979. Nutrient cycling. p.129-143. In: *Introduction to the principles and practice of soil science*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. London.

Research of Composting with Garden Tree Leaves¹

Yi-Fong Tsai², Chein-Wei Chen² and Yung-Wu Chen²

ABSTRACT

Utilization of compost made from plant and livestock waste in agricultural system is crucial for the maintenance of soil fertility. The objective of this experiment is to develop an efficient way in the composting process of organic residues, such as garden tree leaves and sawdust. The result of composting experiment indicated that the leaves waste compost could use crushed tree leaves 1,000 kg as C source, the rapeseed meal 80 kg or urea 9 kg as N source. The temperature of leaf waste composts were risen to 60°C at days 6-11 during composting with the inoculation of isolates of *Bacillus* sp. (TCB 9401) and *Trichoderma* sp. (TCFO 9409). Whenever, the C/N ratio of those leaf waste composts were reduced to 15-16 at days 60 after composting. At the same time, the germination rates of the Pak-choi (*Brassica campestris* L. Chinensis Group) were 83-87% of the germination test by used the water extracted solution from those leaf waste composts (compost /water with 1/10 by volume ratio). Therefore, those leaf waste composts were closed to stable in the composting process.

Key words: garden tree leaves, *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp., composting.

¹Contribution No. 0719 from Taichung DARES, COA.

²Research Fellow, Assistant Research Fellow and Director of Taichung DARES, COA.